

令和5年度「安全・安心に関するシンクタンク機能育成事業」

事業項目②：国内外の技術動向調査

報告書 概要

2024年3月28日

慶應義塾大学グローバルリサーチインスティテュート (KGRI)



# 報告書概要版について

本資料は、「安全・安心に関するシンクタンク機能育成事業」中の「事業項目②：国内外の技術動向調査」報告書の概要版です。

## 無断複製等禁止

報告書および本資料（報告書概要版）は、内閣府の科学技術振興調査等委託費による委託業務として、学校法人慶應義塾が実施した令和5年度「安全・安心に関するシンクタンク機能育成事業（事業項目②：国内外の技術動向調査）」の成果を取りまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、内閣府に帰属しており、本報告書の全部又は一部の無断複製等の行為は、法律で認められたときを除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行うときは、内閣府の承認手続きが必要です。

## 免責事項

報告書および本資料（報告書概要版）は、慶應義塾大学グローバルリサーチインスティテュート（Keio University Global Research Institute: KGRI）およびKGRIに所属する執筆者が妥当と考える解釈・評価・推論を記載したものです。本報告書の記載内容（解釈・評価・推論、事実関係を含むがこれに限りません。）に基づく意思決定とそれによって生じる損害・損失等について、学校法人慶應義塾を含むいかなる法人や個人も一切の責任を負いません。

## 調査実施体制

本調査は、KGRI内の「国内外の技術動向調査グループ」が実施しました。メンバーは以下の通りです。

- 廣瀬 陽子（KGRI 副所長、総合政策学部教授）
- 土屋 大洋（政策・メディア研究科教授）
- 長岡 佐知（KGRI 特任准教授）
- 川口 貴久（KGRI 特任准教授）
- 吉田 優一（KGRI 臨時職員）
- 高木 裕介（KGRI 臨時職員）
- 本田 義明（KGRI 臨時職員）
- 石川 雪子（KGRI 臨時職員）

# 報告書 本紙および別紙

## 目次

### 図表目次の一覧

### 実施体制

#### 1. 調査の概要

##### 1-1. 調査の概要

###### 1-1-1. サイバーセキュリティ

###### 1-1-2. 食料安全保障

##### 1-2. 調査の手法

#### 2. 調査結果：技術評価の視点

##### 2-1. 全般

###### 2-1-A. 技術そのものの性質

###### 2-1-B. 技術の成熟度・実装までの時間軸

###### 2-1-C. 技術がもたらすインパクト

###### 2-1-D. ニーズサイドからの優先度

##### 2-2. サイバーセキュリティ

###### 2-2-1. スキル・ノウハウ

###### 2-2-2. 脅威対策のコンセプト

###### 2-2-3. 具体的な戦術・技術・手順（TTPs）やアクションとの紐づけ

##### 2-3. 食料安全保障

###### 2-3-1. 全体像整理

###### 2-3-2. 個別の評価軸（例：代替タンパク等の新規の食用生産物）

#### 3. 調査結果：技術評価のプロセス・体制

##### 3-1. 技術評価のプロセス・体制全般に係る論点・留意点

##### 3-2. 技術評価のプロセス・体制の各論

###### 3-2-1. 情報収集（技術動向の把握・探索的調査）

###### 3-2-1-1. 公開情報の収集

###### 3-2-1-2. 非公開情報の収集

###### 3-2-2. 解析・分析（重要度評価・絞り込み）

###### 3-2-3. 人材育成（必要な体制・要員・ケイパビリティ）

###### 3-2-4. ネットワーク構築

##### 3-3. サイバーセキュリティと食料安全保障の個別の留意点

###### 3-3-1. サイバーセキュリティ

###### 3-3-2. 食料安全保障

#### 4. 「安全・安心に関するシンクタンク」への提案事項

##### 全般：シンクタンクに期待される機能

##### 4-1. シンクタンクにおける技術評価の位置づけ・基本的な考え方

###### 4-1-1. 「技術以外のアプローチによる課題解決」への留意

###### 4-1-2. 技術評価＝インテリジェンス活動

##### 4-2. シンクタンクにおける技術評価のプロセス

##### 4-3. シンクタンクにおける技術評価の体制

##### 4-4. シンクタンクにおける技術評価の観点と留意点

###### 4-4-1. 「ロングリスト」「ショートリスト」作成時で異なる評価の観点

###### 4-4-2. 「C. 技術がもたらすインパクト」：経済安全保障上のインパクト評価を重視

#### 別紙1 技術評価の視点の例

#### 別紙2 シーズ技術や注目されている技術の例

##### サイバーセキュリティ

##### 食料安全保障

##### 広範囲調査

## 1-1. 調査の概要

- 「事業項目②：国内外の技術動向調査」は、将来、設立予定の「安全・安心に関するシンクタンク」に関する準備・研究活動を行うもの。本調査の目的は、[技術評価のフレームワーク（評価の観点やプロセス・体制）を検討・提案](#)すること。
- 本調査では[重要技術全般](#)に適用可能なフレームワークを構築するとともに、具体的な技術領域として、[サイバーセキュリティと食料安全保障](#)をとりあげ、当該領域における技術評価の特殊性や留意点を明らかにする。

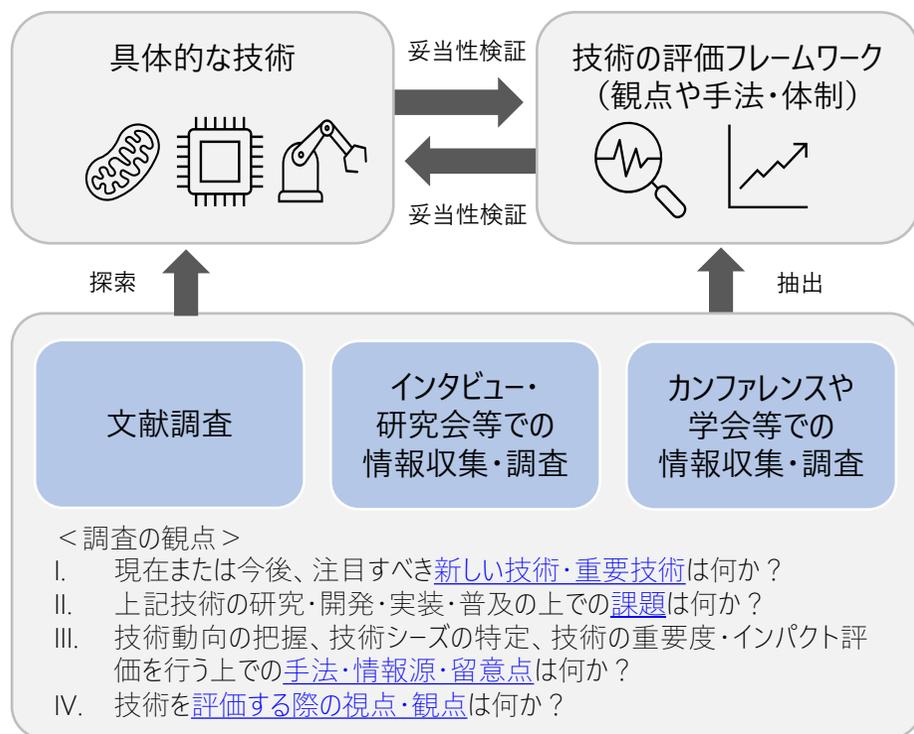
### 本調査における「サイバーセキュリティ」と「食料安全保障」の定義・焦点・解決すべき課題・具体的な重要技術イメージ

	サイバーセキュリティ	食料安全保障
定義	データ、アルゴリズム、システム等の電磁的な情報の機密性（Confidentiality）、完全性（Integrity）、可用性（Availability）を一定水準以上で維持すること。	必要な食料に合理的な価格で持続的にアクセス・入手できること。
本調査の焦点	経済安全保障の観点から、国家・社会全体での電磁的な情報のC.I.A.を一定水準以上で維持すること、サイバー-国家安全保障。	経済安全保障の観点から、国内・社会の食料安全保障の確保。
当該領域で解決すべき課題（例）	重要インフラのサイバーセキュリティの防衛、政府や企業が保有する先端技術・機密情報の防護、大規模なAIモデル関連の完全性の維持、偽情報流布による社会混乱 等。	日本の食料自給率の改善（既存の農産物の生産性向上、新たな食用生産物の創造）、備蓄の長期化・大規模化、有事下も含めた食料輸入・輸送の確保 等。
具体的な重要技術のイメージ（例）	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIセキュリティに係る知識・技術体系</li> <li>不正機能検証技術（ファームウェア・ソフト／ハードウェア）</li> <li>ハイブリッドクラウド利用基盤技術</li> <li>先進的サイバー-防御機能・分析能力の強化                             <ul style="list-style-type: none"> <li>サイバー-空間の状況把握・防御技術</li> <li>セキュアなデータ流通を支える暗号関連技術</li> </ul> </li> <li>偽情報分析に係る技術</li> <li>ノウハウの効果的な伝承につながる人作業伝達等の研究デジタル基盤技術</li> </ul> ※経済安全保障重要技術育成プログラム（K Program）において支援対象に決定したサイバーセキュリティ関連の重要技術より。	<ul style="list-style-type: none"> <li>肥料・堆肥関連</li> <li>都市型農法関連（植物工場、水耕栽培、エアロポニックス、オプトポニックス）</li> <li>水産物養殖（陸上養殖、アクアポニックス（循環型農法））</li> <li>代替タンパク（大豆等の植物性タンパク、昆虫食）</li> <li>微生物利用食品（納豆菌種由来等）</li> <li>センシング（衛星による土壌解析、IoT機器による室温・水量・空気流の監視・調整、分子観察）、AI等の農業DX関連 等</li> </ul> ※K Program支援対象技術で、食料安全保障と強い関連があるものはないため、統合イノベーション戦略や戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）、ムーンショット型研究開発制度等の動向を踏まえて抽出。

## 1-2. 調査の手法

- 本調査ではサイバーセキュリティおよび食料安全保障をはじめとする具体的な先端技術（候補）を探索すると同時に、技術の評価フレームワーク（技術評価の観点や手法・体制）を抽出。整理した「具体的な技術」と「技術の評価フレームワーク（特に評価の観点）」は相互にその妥当性を検証。
- 調査手法は「文献調査」「インタビュー・研究会等での情報収集・調査」「カンファレンスや学会等での情報収集・調査」から構成。

### 調査のイメージ



### 調査の手法の詳細

#### 文献調査

公開情報に基づくもので、諸外国機関による先端技術の評価手法や特定・評価結果等（以下、例）が含まれる。

- (1) 英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (BEIS) 「商業化のポテンシャルを持つ新興技術の特定手法」(2021年)
- (2) 欧州イノベーション会議 (EIC) 「新興技術の特定とブレークスルーイノベーション」(2022年)
- (3) 豪州RAND「豪州の国益に基づく重要技術の優先順位付け」(2022年)
- (4) 豪戦略政策研究所 (ASPI) 「重要技術トラッカー」(2023年)
- (5) 欧州委員会「EU経済安全保障のための重要技術領域に関する報告」(2023年)
- (6) 米国ガートナー社 (Gartner, Inc) 「ハイブ・サイクル」評価 等

#### インタビュー・研究会等での情報収集・調査

自然科学系研究者（大学、企業）、社会科学系研究者（大学、シンクタンク）、新規事業投資家・金融機関・技術系商社・コンサルティング会社の専門家、プログラムオーガナイザー等、[技術・政策に係る幅広い専門家等](#)を対象に実施。分野別の対象数は以下の通り。

分類	対象数
先端技術全般（下記以外）	11
サイバーセキュリティ	9
食料安全保障	6
合計	26

文献調査の出典：（1）Department for Business, Energy & Industrial Strategy, Methodology to Identify Emerging Technologies with UK Commercialisation Potential: Technical annex to the UK Innovation Strategy (October 2021); （2）European Innovation Council (EIC), Identification of Emerging Technologies and Breakthrough Innovation (February 2022); （3）Peter Dortmans, et al., Prioritising Critical Technologies of National Interest in Australia: Developing an Analytical Approach, Prepared for the Defence Science and Technology Group, Department of Defence (RAND Australia, 2022); （4）Jamie Gaida, Jennifer Wong-Leung, Stephan Robin and Danielle Cave, ASPI's Critical Technology Tracker: The Global Race for Future Power, Australian Strategic Policy Institute: ASPI, Policy Brief Report No. 69 (March 2023); （5）“Commission recommends carrying out risk assessments on four critical technology areas: advanced semiconductors, artificial intelligence, quantum, biotechnologies,” European Commission, October 3, 2023; （6）Gartner, Inc, “Gartner Hype Cycle.” <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>

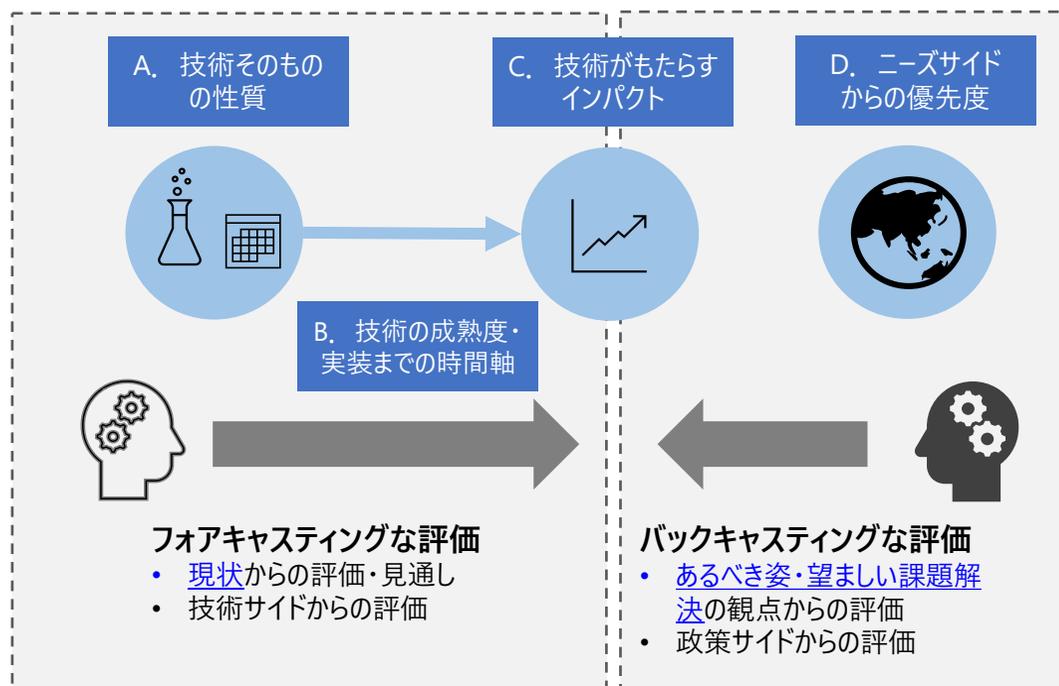
## 2-1. 全般

- 机上調査およびインタビュー調査から、技術評価の視点・観点は以下の4つ（[A. 技術そのものの性質](#)、[B. 技術の成熟度・実装までの時間軸](#)、[C. 技術がもたらすインパクト](#)、[D. ニーズサイドからの優先度](#)）に大別可能。
- A、B、Cは技術サイドの現状ベースでの評価・見通し（[フォアキャスト的な評価](#)）、C、Dは政策サイドのあるべき姿・望ましい課題解決の観点からの評価・優先順位付け（[バックキャスト的な評価](#)）。

### 技術全般の評価軸の例

分類	概要	評価の観点
A. 技術そのものの性質	技術がどのような性質を持ちうるか（ポテンシャル）	破壊性、汎用性、他分野への相互作用 等
B. 技術の成熟度・実装までの時間軸	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術が社会実装・普及するまでにどの程度かかるか</li> <li>科学的蓄積がどの程度あるか</li> </ul>	技術成熟度（TRL）、技術実装の時間軸、当該技術への投資高、ジャーナル投稿数、特許取得数 等
C. 技術がもたらすインパクト	技術が社会実装・普及した場合、どのような影響が生じうるか	経済・産業上のインパクト、安全保障上のインパクト、社会上のインパクト、国際ルールメイキングの可能性 等
D. ニーズサイドからの優先度	どのような技術が開発できると望ましいか	戦略・外部環境における重要性、自国における技術開発・活用の強み、自国内での技術開発の必要性、技術開発の集中度 等

### 技術評価の関係性イメージ



詳細は「参考資料：技術評価の観点（まとめ）」を参照。

## 2-2. サイバーセキュリティ

### サイバーセキュリティ

- サイバーセキュリティ分野の課題解決には、技術のほかスキル・ノウハウ、脅威対策コンセプト、具体的な戦術・技術・手順（TTPs）やアクションとの紐づけ等も重要。

#### ①スキル・ノウハウ



- サイバーセキュリティの維持・向上には、高度なスキルやノウハウを持った専門的人材による運用が重要。
- ≒「自国における技術開発・活用の強み(人材等の基盤)」

#### ②脅威対策のコンセプト



- 革新的なサイバーセキュリティ対策には従来の考え方やコンセプトを覆すことが重要。脅威対策のコンセプトを評価した上で、紐づく技術・不足している技術を特定・評価することが重要。
- ≒ 中長期戦略、外部環境・シナリオにおける重要性

- 例) 「ゼロデイを検出する」(FireEye社) や「攻撃者を特定する」(CrowdStrike社) 等の初期時には常識を覆すようなコンセプト
- 例) 「トラステッド実行環境 (TEE)」 ...保護された実行環境 (暗号化したままでの実行技術等) を提供するハードウェアの仕組み。
- 例) 「認知戦のキルチェーン」 ...高度で持続的な脅威 (APT) や外国の政府系メディア、ボットネットによる偽情報流布や影響工作を一連の「チェーン」と捉え、その一部を破壊・寸断するというアイデア。元々のアイデアはサイバー攻撃に関する「サイバークルチェーン」から。

出典：サイバーセキュリティ関連のインタビュー等より。

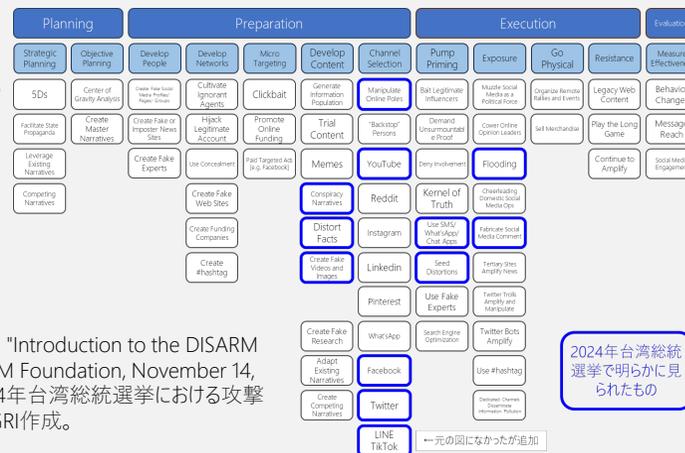
#### ③具体的な戦術・技術・手順（TTPs）やアクションとの紐づけ



- 技術の評価については、サイバー攻撃者や脅威が活用・重視するTTPsのトレンドを見極めて、これらに対処できるTTPsに貢献できる技術を見極めることが有益である。
- ただし、これらTTPsのトレンドは一般的な技術開発の時間軸よりも短いため、実際には難しい可能性がある。



AMITT /DISARM Red Team Framework による整理 (攻撃者・脅威が用いた影響工作のTTPs)



## 2-3. 食料安全保障

### 食料安全保障

■ 食料安全保障は学際性・射程が広いため、個別の技術を評価する際（特にインパクトやニーズサイドからの優先度を評価する際）、食料安全保障関連技術の全体像整理（下記左側）と個別領域での技術評価軸（下記右側）の設定が重要ではないか。

#### 「食料安全保障」の構成要素

分類	関連する技術
国内生産【基本】	食料生産効率の向上、新たな食用生産物の開発に資する技術
輸入	海外からの輸入、国内輸送の確実性・効率性の向上に資する技術
備蓄	備蓄の量や期間の拡大に関する技術

#### 国内生産に資する技術の分類と具体例

分類a	分類b	具体例（記述の粒度は仮のもの）
(a-1) 既存食料の生産性向上に資する技術	(b-1) 農業・生産設備の運営・管理の改善に関する技術	肥料・堆肥関連
		都市型農法：狭小地での生産性向上（植物工場、垂直農法、水耕栽培、エアロポニックス）
		水産物養殖（陸上養殖、アクアポニックス（循環型農法））
(a-2) 新たな食料の生産に資する技術	(b-2) 品種育成・改良、代替製品の開発に関する技術	センシング（衛星による土壌解析、IoT機器による室温・水量・空気流の監視・調整）、AI等
		ゲノム編集技術（成育しやすい、可食部が多い畜産・農産物等の創造）
		代替タンパク（植物性タンパク、昆虫食等）
		細胞性食品（培養肉）
		微生物利用食品

#### 代替タンパクや微生物利用食品等の新規食用生産物関連技術の評価の視点

評価の視点（例）	概要
生産性	<ul style="list-style-type: none"> <li>単収（規模拡大性）</li> <li>資源投入量</li> <li>原料変換率 等</li> </ul>
市場性	<ul style="list-style-type: none"> <li>おいしさ、食感・抵抗感、価格 等</li> <li>※特に代替タンパク質（や培養肉）は、歯応えや食感も市場性を高める重要な要素とみられる。</li> </ul>
多様な食事・食材の代替性	<ul style="list-style-type: none"> <li>現在存在している多様な食事・食材をどれほどカバーしうるか</li> <li>※現実問題として、人は同じような食事・食材を毎日食べることは困難なため、既存の食事や食材をどの程度、置き換えられるかが重要となる。</li> </ul>
安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>食に関しては「安全性」は評価を行う上での大前提となるため、スケール評価・定量評価というより、Y/N評価（一般消費者心理として「安全性に問題がない」「安全性に疑問がある」となる。</li> </ul>
持続可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>生産方法がどの程度持続可能か（地球環境や生態系、水資源等への負荷の程度）</li> </ul>

出典：いずれも食料安全保障関連のインタビュー等よりKGRI作成。

## 3-1. 技術評価のプロセス・体制全般に係る論点・留意点

- 本調査では、「安全・安心に関するシンクタンク」のミッションと機能・役割の現状案をふまえて、新しい技術を評価する際のプロセスや体制を整理。
- プロセス・体制全般に係る論点として、①シンクタンクの機能、②（技術評価の）領域・テーマの範囲、③領域・テーマの設定方法を確認。

### 技術評価のプロセス・体制全般に係る論点・留意点

※背景青塗は、報告書の提言パート「4. 『安全・安心に関するシンクタンク』への提案事項」を検討するにあたり、採用・前提とした部分。

論点	根拠や留意点
シンクタンクの機能	インテリジェンス シンクタンクは政策判断の材料を提供するという意味でインテリジェンス機能を有し、原則論からすればインテリジェンスの提供機能（シンクタンクの活動）と判断・意思決定は分離すべき。
	インテリジェンス + 意思決定・アクション 海外シンクタンク等が本来持つ、政策形成機能やアジェンダセッティング機能という観点では、以下のような機能も追加すべき。 ➢ 重要技術への投資・ファンディング機能 ➢ 技術政策の政策パッケージの企画・提案機能
領域・テーマの範囲	広範囲・網羅的 技術領域を絞れば、技術シーズは探索しやすくなるが、 <u>周辺領域におけるシーズ等の見落とし</u> が発生しやすい。重要な兆候を見落とさないためにも、重要技術分野は全て網羅的に収集すべき。重要な対象領域・テーマを見直すにしても、知見の蓄積が必要であるため、結果的に広い分野を追跡し続ける必要がある。
	重要領域・選択的 重要技術に関する調査は、 <u>対象領域・テーマの一定範囲に設定することで効果・効率性が高まる可能性がある</u> 。 ➢ 新興技術の探索・評価・投資・開発に関する米国防高等研究計画局（DARPA）の成功は <u>軍事関連（米国の軍事的優位性に係る技術）に限定</u> した領域設定があったと考えられる。
領域・テーマの設定方法	トップダウン シンクタンク＝インテリジェンスだとすれば、トップダウンでの設定が原則。その際、 <u>政策サイドのリクワイアメントやニーズ確認の機会が不可欠</u> 。
	ボトムアップ 本来のシンクタンクのあるべき姿（自ら重要な課題を設定する等）からすれば、シンクタンクが自ら重要な領域・テーマを設定することが望ましい（そうでなければ、単なる委託先）。

### 参考資料：「安全・安心に関するシンクタンク」の概要

#### 当面の具体的なミッション

- ① 経済安全保障重要技術育成プログラムの運用に当たって必要な情報提供・助言や、経済安全保障推進法に基づく調査研究の受託を可能とする調査・分析基盤の構築
- ② 新たな分析手法の開発とOJTによる人材養成・能力開発
- ③ 国内外の関係機関との間の調査研究ネットワークの構築

#### 果たすべき機能・役割

	立上げ時点で持つべき機能・役割	将来的に拡張すべき機能・役割
情報収集	<ul style="list-style-type: none"> <li>オープンソースからの情報収集</li> <li>人的ネットワークを介した非公開情報の収集</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内外の政府機関等からの非公開情報の入手</li> <li>在外公館等と連携した情報収集</li> <li>海外とのクローズドな意見交換</li> </ul>
解析・分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術動向分析、社会科学的分析</li> <li>成熟度、依存度等の技術評価</li> <li>シーズとニーズのマッチング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データサイエンス、シナリオ分析等の新たな分析手法の開発</li> <li>マッチングの高度化</li> </ul>
人材育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>即戦力の確保とOJTによる人材養成・能力開発</li> <li>産学官との人材交流</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人材育成プログラムや学位プログラムの構築</li> <li>海外との人材交流</li> </ul>
ネットワーク構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内外の関係機関とのネットワークの構築</li> <li>国内公的シンクタンクとの連携</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>海外シンクタンクとの連携強化</li> <li>人材の層を厚くするための関係コミュニティの構築</li> </ul>

出典：内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局「安全・安心に関するシンクタンクの基本設計（概要）」（2023年4月7日）より抜粋。

## 3-2. 技術評価のプロセス・体制の各論

■ 「安全・安心に関するシンクタンク」の4つの役割・機能別に、技術探索・評価に係る専門家・専門機関の現状を確認。

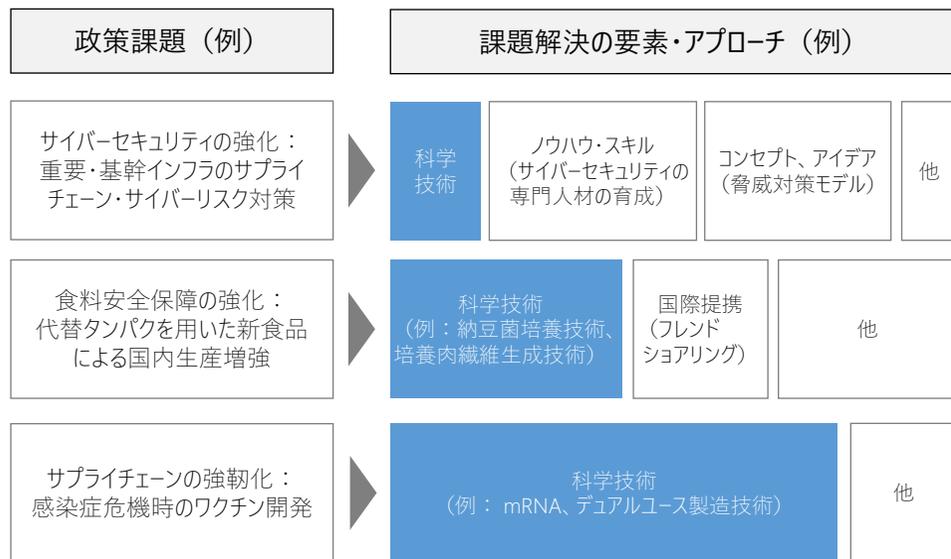
### 技術評価のプロセス・体制の各論： 主な調査結果と示唆

機能	主な調査結果	示唆	
情報収集 (技術動向の把握・探索的調査)	公開情報の収集	<ul style="list-style-type: none"> <li>公開情報による技術動向の把握・探索的調査の情報源は、ジャーナル（採択前原稿を含む）、カンファレンスや学会、特許動向、政策・出資動向等。</li> <li>ジャーナル（採択前原稿を含む）に掲載される情報は、<a href="#">デイリーもしくはウィークリーでの収集</a>が望ましい分野がある。中長期的な傾向は、単純量のみならず、インパクトファクタや影響力のあるトップジャーナルの傾向も重要。</li> <li>最先端の技術・研究の初期掲載先が<a href="#">ジャーナル志向か、カンファレンス志向かは研究分野により異なる</a>。</li> <li>カンファレンスは<a href="#">トップカンファレンスのみならず、ニッチ（一点特化）カンファレンスでも重要</a>な場合がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術分野（分野内でも細分化の可能性あり）ごとに最先端の情報が集約される情報源（カンファレンス、ジャーナル等）の特定</li> <li>自動的・機械的な情報収集プロセスやデータベースの構築</li> </ul>
	非公開情報の収集	<ul style="list-style-type: none"> <li>非公開情報の収集先として、異分野の研究者との交流を含む<a href="#">人的ネットワーク</a>、<a href="#">関係者や自らが企画するクローズドのミニカンファレンスやセッション</a>（その後の人的交流）等。</li> <li>こうしたコミュニティに入るには、当該分野に関する知的蓄積や理解は不可欠であり、数年ではなく、より長期（10年超）なキャリアが必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一定以上のキャリアの専門家の確保（内部人材、外部人材）</li> </ul>
解析・分析 (重要度評価・絞り込み)	「2-1. 全般」における技術評価の視点・観点を参照。	—	
人材育成 (必要な体制・要員・ケイパビリティ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>組織的に技術動向把握を行う機関等は、<a href="#">目的や機能（情報収集、解析・分析）に応じて専門家を確保し、体制を構築</a>。</li> <li>情報収集フェーズは別として、<a href="#">解析・分析フェーズでは、複数の専門家による視点・観点が取り入れられる仕組み</a>が多かった。</li> <li>内部で確保できない人材については、<a href="#">外部の専門家（例：技術専門家パネルの設置等）で補完</a>し、情報収集や解析・評価を行う組織あり。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報収集および解析・分析フェーズで異なる要件の内部人材の確保</li> <li>外部専門家との連携による補完</li> </ul>	
ネットワーク構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>多くの専門家・研究機関が、非公開情報の収集のためのネットワーク構築の重要性を指摘。</li> <li>ネットワーク構築の手法については、①自らが<a href="#">既存のコミュニティ</a>に入り、情報の等価交換を行うことが基本となるが、②自ら<a href="#">小規模なネットワークやコミュニティを主催</a>することもあり得る。</li> <li>ネットワークを<a href="#">構築・維持するための専門的知見</a>（自らが第一線級の専門的な議論ができる等）や人的繋がりを含むネットワークの<a href="#">履歴やデータベース化</a>が重要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自らによるコミュニティ創造（セッション等の企画）</li> <li>ネットワーク構築・維持のための専門的知見の確保</li> <li>人的ネットワークの可視化・データベース化</li> </ul>	

## 4-1. シンクタンクにおける技術評価の位置づけ・基本的な考え方

1. 「技術以外のアプローチによる課題解決」への留意： シンクタンクにおける技術評価は、ある政策課題の解決において技術的要素もしくは非技術的要素が占める相対的重要性を評価・認識することが重要。
2. 技術評価 = インテリジェンス活動 ...「安全・安心に関するシンクタンク」は、政府に重要技術・新興技術に関する投資判断・意思決定の材料を提供するという点で、インテリジェンス機能・サイクルを構築する必要あり。

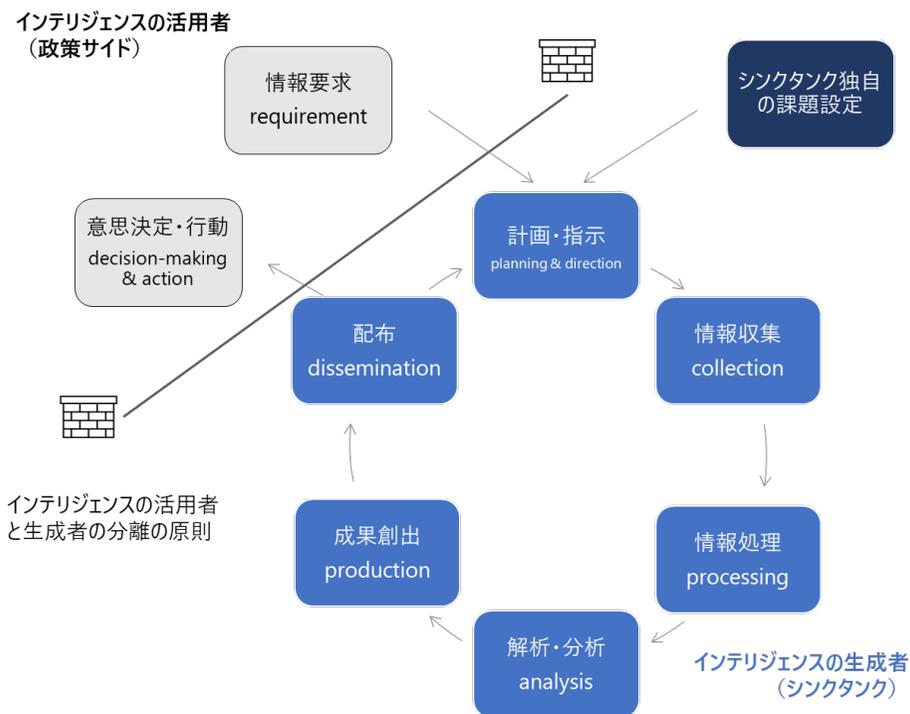
### 政策課題解決に技術要素・非技術要素が占める重要性



上記はあくまでもイメージ図。

政策課題解決のアプローチとして、①科学技術、②ノウハウ・スキル、③データ・アルゴリズム、④コンセプト・アイデア、⑤市場、⑥国際連携等があげられる。  
※以上はMECE (Mutually Exclusive, Collectively Exhaustive) な分類ではない。

### シンクタンクで期待されるインテリジェンスサイクル



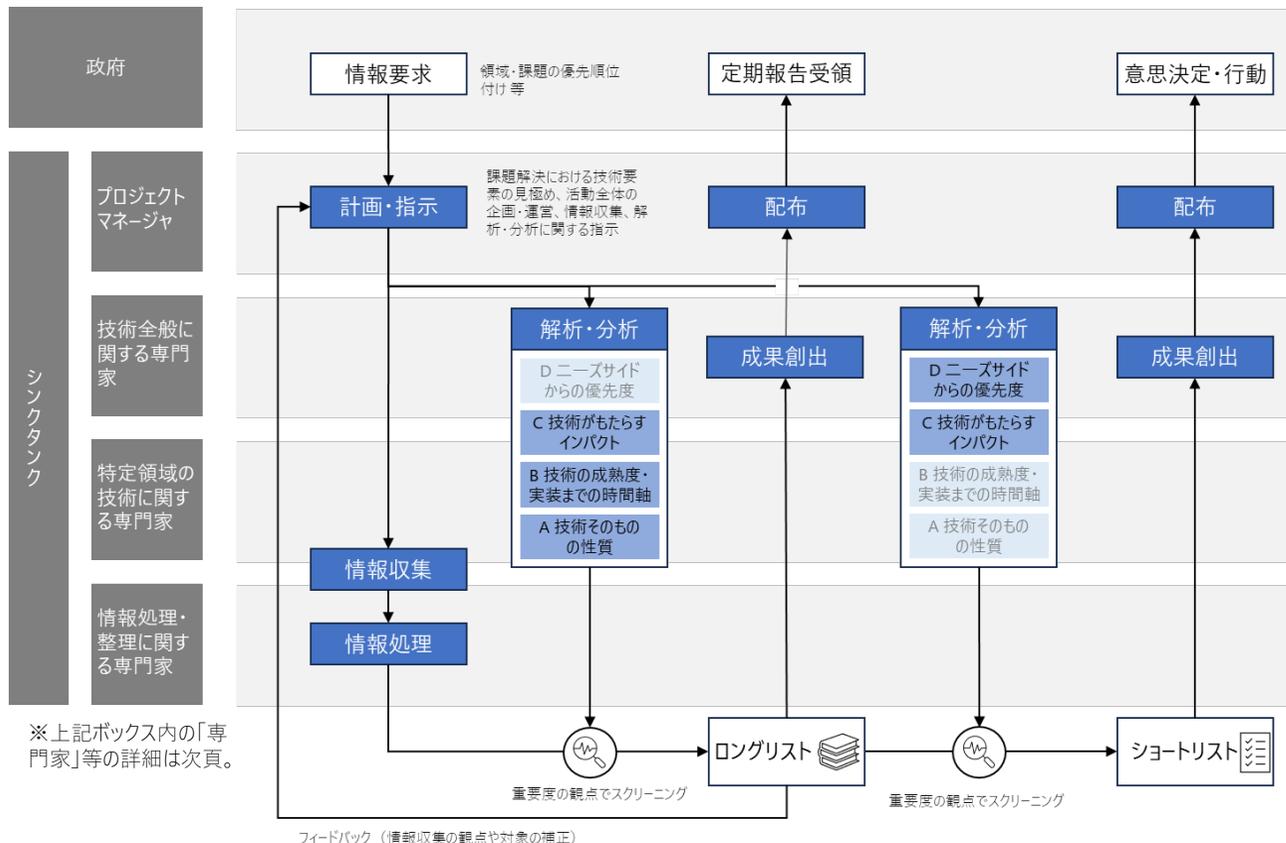
出典：“The Intelligence Production Cycle,” Iowa Department of Public Safetyを基に、「安全・安心に関するシンクタンクの基本設計」をふまえて修正。通常のインテリジェンスサイクルには図右上の「シンクタンク独自の課題設定」はないが、一般的にシンクタンクに期待される機能として追記。

## 4-2. シンクタンクにおける技術評価のプロセス

- 前述のインテリジェンスサイクルを安全・安心に関するシンクタンクにおける技術評価プロセスに当てはめると以下の通り。
- 内閣府作成の「調査・分析フレームワーク」\*を踏まえて、「[重要技術ロングリストの作成](#)」（本報告書では単に「ロングリスト作成」）および「[重要技術の優先順位付け](#)」（本報告書では「ショートリスト作成」）のため、解析・分析を2度、異なる観点で実施すると位置づけ。

\* 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局「シンクタンク設立準備の進捗状況について」安全・安心シンクタンク運営ボード（第1回）資料2（2023年12月13日）、6頁。

### シンクタンクにおける技術評価プロセス



- 「計画・指示」 ...カスタマーの情報要求に基づく、重要技術に関する情報収集および解析・分析の計画の策定・運営管理。課題解決における技術要素の見極め。シンクタンク独自の必要な課題やテーマの設定。
- 「情報収集」 ...ジャーナル（採択前原稿を含む）、カンファレンスや学会、特許動向、政策・出資動向等の公開情報、異分野の研究者との交流を含む人的ネットワーク、関係者や自らが企画するクローズドのミニカンファレンスやセッション（その後の人的交流）等の非公開情報の収集。
- 「情報処理」 ...収集した情報の解析・分析に適した形への加工（デジタル化や構造化を含む）。
- 「解析・分析」 ...収集した技術情報の整理や評価。A技術そのものの性質、B技術の成熟度・実装までの時間軸、C技術がもたらすインパクト、Dニーズサイドからの優先度からの重要度の評価。
- 「成果創出」 ...カスタマーの情報要求に基づいた形でインテリジェンス（成果）を生成すること、レポート化。
- 「配布」 ...インテリジェンス（成果）を必要な先に配布すること。

### 4-3. シンクタンクにおける技術評価の体制

- 前述のインテリジェンスサイクルや技術評価のプロセスを運営し、質の高いアウトプットを創出するためには、異なる専門性・能力・スキル・コンピテンシーの内部人材が必要であると考えられる。少なくとも以下の専門的人材が必要である（バックオフィス人材は除く）。
- 内部で補完できない人材は、外部専門家との連携で補完することが必要。

#### 技術評価を行うシンクタンクに期待される人材（専門家等）とその要件

凡例：◎主として担う、○担う。

分類	必要要件	インテリジェンスサイクルとの関係					
		①計画・指示	②情報収集	③情報処理	④解析・分析	⑤成果創出	⑥配布
内部	プロジェクトマネージャ	◎	○			○	◎
	評価手法・技術全般の専門家	◎	◎	○	◎	◎	○
	特定領域の技術の専門家		◎	○	◎	○	○
	情報処理・整理等の専門家		◎	◎	◎		
外部	探索・評価手法の外部専門家	◎	◎				
	特定領域技術の外部専門家				◎		

※ここでいう「専門家」は、大学等のアカデミアとは異なる成果が期待される。シンクタンクの活動が研究活動と最も異なる点は、研究上の問い（research question）ではなく、政策上の問い（policy question）に答えることである。シンクタンクのミッションは、国の内外に現れる政策課題にタイムリーに提言を出していくことであり、時間をかけて因果関係を究明することでは必ずしもない。  
出典：インタビュー等の調査結果を踏まえてKGR1作成。

## 4-4. シンクタンクにおける技術評価の観点と留意点

- シンクタンクにおける技術評価の観点は、前述の4つ視点（A. 技術そのものの性質、B. 技術の成熟度・実装までの時間軸、C. 技術がもたらすインパクト、D. ニーズサイドからの優先度）が必要。
  - 「ロングリスト」「ショートリスト」作成時で異なる評価の観点
  - 「C. 技術がもたらすインパクト」：（経済）安全保障上のインパクト評価を重視

### 「ロングリスト」「ショートリスト」作成時に 必要な技術評価の観点

		ロングリスト	ショートリスト
目的		カスタマーサイド（政策サイド）への科学技術動向の定点報告	カスタマーサイド（政策サイド）への意思決定判断の材料、政策オプションの提示
概要		これまでの科学的蓄積に基づき、一定領域における注目すべき技術動向をまとめたもの。	ロングリスト掲載の技術から、政策判断のために評価・絞り込み・特定したもの。
評価軸	A性質	✓	
	B成熟度	✓	
	Cインパクト	✓	✓
	D優先度		✓
備考		対象とする技術領域は、カスタマーサイドの情報要求・政策ニーズを踏まえるが、個々の技術評価には反映されない。	カスタマーサイドの情報要求・政策ニーズを踏まえ、個々の技術の評価する。

### （経済）安全保障上のインパクト評価／より具体的観点

- 「C. 技術がもたらすインパクト」は非常に広範な影響評価が含まれるため、評価の焦点を絞る必要がある。①市場ベースや民間セクターでの技術評価、②他の政府系シンクタンクとの役割分担・差異化をふまえると、ショートリスト作成時の技術評価は（経済）安全保障上のインパクト評価を重視すべき。
- ただし、「経済安全保障」は多義的かつ曖昧な概念であるため、政策サイドおよびシンクタンク内で、技術評価における「経済安全保障上のインパクト」の観点を具体化すべき。（以下は具体化の例）

具体化した観点	概要
狭義の安全保障（軍事的優位性）への貢献	軍事分野での応用可能な技術、「新たな作戦領域」「戦闘領域」（宇宙・サイバー・電磁波・認知領域等）へのアクセス・状況認識・対処に関する技術。
危機対応への貢献	自然災害や感染症の発生時、その他要因による物資（食料、エネルギー、医薬品）の供給途絶時の危機対応に貢献できる技術。
長期的な国家間競争への貢献	GPT技術（AI、量子、バイオ等）、既存の産業競争力全般（半導体等）に関する技術。

※経済安全保障推進法（2022年5月成立）は「経済安全保障」を定義していないが、『国家安全保障戦略』は「経済安全保障」を「我が国の平和と安全や経済的な繁栄等の国益を経済上の措置を講じ確保すること」と定義する。『国家安全保障戦略2022』（国家安全保障会議および閣議、2022年12月16日）、34頁。

# 参考資料： 技術評価の観点（まとめ）

分類	概要	評価の観点	評価の観点の詳細・具体例
A. 技術そのものの性質	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術がどのような性質を持ちうるか（ポテンシャル）</li> </ul>	破壊性	当該技術が従来の科学・研究パラダイムからどの程度、逸脱しているか。
		汎用性	汎用技術（General Purpose Technology: GPT）としての潜在性。
		他分野への相互作用	ある技術がGPTのような潜在性を持つものではないにせよ、特定の技術分野に与える影響の潜在性。
B. 技術の成熟度・実装までの時間軸	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術が社会実装・普及するまでにどの程度かかるか</li> <li>科学的蓄積がどの程度あるか</li> </ul>	技術成熟度（TRL）	異なる技術の成熟度や実用化レベルを判断するための尺度。米NASAでは9段階の設定。
		技術実装の時間軸	ある技術が実用化・商業化されるまでの程度を具体的な時間軸で判断したもの。 例えば、「短期（0-2年以内）」「中期（3-5年）」「長期（6年以上）」（英BEIS）、「即時」「エマーゼン」「長期」（豪RAND）、「黎明期」「『過度な期待』のピーク期」「幻滅期」「啓発期」「生産性の安定期」（米Gartner）
		当該技術への投資高	当該技術に対する公的セクターおよび民間セクターの資本投入高の多寡。
		ジャーナル投稿数	当該技術に関する研究論文が、学術誌等のジャーナルに投稿された回数。総数よりもインパクトファクタ、ジャーナルではなくカンファレンスが重視されることもある。
		特許取得数 等	当該技術に関する関連の特許出願状況、取得状況。
C. 技術がもたらすインパクト	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術が社会実装・普及した場合、どのような影響が生じうるか</li> </ul>	経済・産業上のインパクト	新規市場の創出、既存市場における優位性の拡大に資する程度。 日本の経済安全保障政策にいう「戦略的不可欠性」に近い。
		安全保障上のインパクト	新たな脅威を創出したり、脅威の能力を向上させたり、もしくは自国の脅威対応力を向上させうる程度。
		軍事分野への応用可能性	防衛力整備や軍事的競争の優位性に影響を与える程度。
		「新たな作戦領域」「戦闘領域」への影響	宇宙・サイバー・電磁波・認知領域といった比較的新しい領域の作戦領域化・戦闘領域化やそうした領域での優位性に貢献する程度。
		社会上のインパクト	社会的安定や紐帯に与える影響の程度。例えば、人権侵害への悪用の恐れ（EU）等。
国際ルールメイキングの可能性	新たな技術標準領域を開拓すること、または当該技術によって新規市場を創出することで、技術標準策定やルール形成に資する可能性。		
D. ニーズサイドからの優先度	<ul style="list-style-type: none"> <li>どのような技術が開発できると望ましいか</li> </ul>	戦略・外部環境における重要性	既に策定済の中長期の戦略や外部環境予測・シナリオにおける重要度。
		自国における技術開発・活用の強み	自国が当該技術を開発することに関する優位性の現状。 例えば、サプライチェーン、人材等の基盤等（豪RAND）。
		自国内での技術開発の必要性	当該技術を自国内で開発・維持すること（機密保持を含む）の必要性。 日本の経済安全保障政策にいう「戦略的自律性」に近い。
		技術開発の集中度	ある特定技術の研究開発や技術的専門性の蓄積が特定国に集中している度合い。 例えば、スコア化したものとして「技術の専有リスク」（豪ASPI）。



〒108-8345 東京都港区三田2-15-45  
慶應義塾大学グローバルリサーチインスティテュート (KGRI)  
<https://www.kgri.keio.ac.jp/>